



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Hastighedsændringer som følge af ombygning af enkeltsporede rundkørsler i landzone til modulvogntog

Tønning, Charlotte; Agerholm, Niels

Published in:
Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet

Publication date:
2017

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Tønning, C., & Agerholm, N. (2017). Hastighedsændringer som følge af ombygning af enkeltsporede rundkørsler i landzone til modulvogntog. *Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet*, (2017).
<http://www.trafikdage.dk/papers/soeg/Paper.asp/?PaperID=1904>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift

Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet

(Proceedings from the Annual Transport Conference
at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

www.trafikdage.dk/artikelarkiv

Hastighedsændringer som følge af ombygning af enkeltsporede rundkørsler i landzone til modulvogntog

Charlotte Tønning¹

Civilingeniør, Videnskabelig assistent

cht@civil.aau.dk

Niels Agerholm¹

Sektionsleder, Ph.d., Civilingeniør

na@civil.aau.dk

1: Trafikforskningsgruppen

Aalborg Universitet

Abstrakt

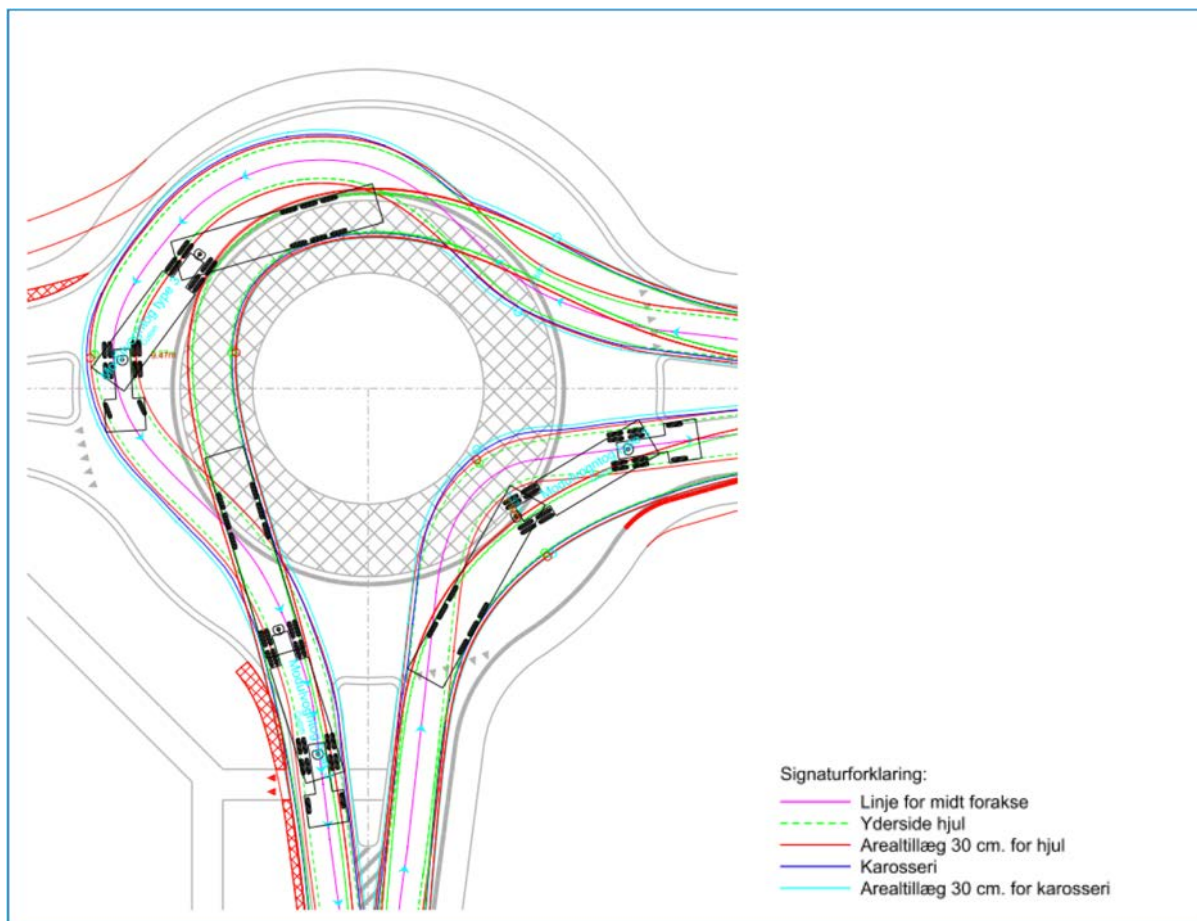
Modulvogntog blev tilladte i Danmark i 2008. I alt godt 4.000 km af det danske vejnet er blevet ombygget, så der er kapacitet til at modulvogntogene kan køre der med deres maksimale længde på 25,25 m.

Ændringerne har primært været rettet mod kryds og især rundkørsler. De vigtigste ændringer i enkeltsporede rundkørsler er, at midterøen er reduceret og de yderste dele erstattet af et overkørbart

overkørselsanlæg. Effekten på personbilmørernes hastighedsvalg i i alt tre rundkørsler: Dels som et før-/efterstudie i én rundkørsel samt et med-/udenstudie i to rundkørsler med stort set identisk design med undtagelse af etableret overkørbart overkørselsareal i den ene. Personbilers free-flow hastighed var undersøgt ved hjælp af RUBA software ud fra én uges videoregistrering i hver rundkørsel. I rundkørslen, hvor det overkørbare overkørselsareal var blevet etableret, steg gennemsnitshastigheden fra 28 til 36 km/t. Med-/udenstudiet vidste samme men markant mindre tendens end for før-/efterstudiet. Den fundne mindre effekt i de to kryds kan skyldes forskelle i design og evt. bilistsammensætning, som ikke er registreret. Overordnet set, indikerer undersøgelsen at etablering af et overkørbart overkørselsareal forøger hastigheden i rundkørsler markant.

Baggrund og formål

Modulvogntog er blevet brugt i en længere årrække i udlandet, men blev først tilladt i Danmark i 2008 som et forsøg. Årsagen til forbuddet var, at dimensionerne i kryds og rundkørsler på hovedparten af det danske vejnet var for små til modulvogntog. Jf. dansk lovgivning kan modulvogntog være op til 25,25 meter lange, mens lastbiler med anhænger maksimalt må være 18,75 meter (Vejdirektoratet 2013). I første omgang var tilladelsen til kørsel med modulvogntog i Danmark lavet som et treårigt forsøg, men det blev forlænget, senest til 2030, dvs. i realiteten til en permanent ordning (Trafikministeriet, 2004; Vejdirektoratet 2013; Vejdirektoratet 2015a). Modulvogntogene er kun tilladt på et begrænset vejnet, der er blevet udvidet flere gange. Det udgjorde næsten 4000 km eller omkring 5% af det danske vejnet i 2015 (Vejdirektoratet 2015a). Hastighedsgrænsen er som for øvrige tunge køretøjer højst 70 km/t udenfor motorvejsnettet. Mange steder, i kryds og rundkørsler er vejnettet ombygget så modulvogntog kan passere. Der er i alt foretaget en ombygning på godt 150 lokaliteter, primært rundkørsler. Ombygninger i rundkørsler, specielt ensporede, består normalt af en udvidelse af kørebanearealet med et overkørbart areal, enten som en reduktion af midterøen, en udvidelse af den ydre diameter eller en kombination af begge, samt en del specialdesignede rundkørsler. Principperne for designet af det overkørbare overkørselsareal i rundkørslerne fremgår af figur 1.



Figur 1. Principperne for designet af det overkørbare overkørselsareal i rundkørslerne indrettet til modulvognetog (Vejregelgruppen 2016).

Uanset ombygningens karakter tillader det trafikanter at passere i en større ind- og udgangsradius, og dermed ved højere hastigheder med samme komfortniveau på grund af g-kraften ifm. passagen af rundkørslen. Samtidigt er det veldokumenteret, at hastigheden er en central faktor for trafiksikkerheden, da relationen mellem trafiksikkerhed og hastighed kan formuleres sådan: Jo højere hastighed, des flere og alvorligere ulykker. Endvidere er der en del forskning, der viser, at hastighedsvariation øger ulykkesrisikoen, bl.a. fordi differentierede hastigheder kan give anledning til hårde opbremsninger, konfliktsituationer og, i værste fald, ulykker (Elvik 2013, Salusjärvi 1981, Finch et al. 1994). Alt andet lige medfører højere hastigheder højere ulykkesrisiko (Nilsson 2004). Rundkørsler forbedrer generelt trafiksikkerheden betydeligt - især med hensyn til de mest alvorlige ulykker, mens den positive effekt på antallet af materielkadeulykker er lille eller ikke eksisterende (Jensen 2008, Elvik, Rydningen 2002, Erke, Elvik 2006, Elvik et al. 2009, Isebrands 2009). Desuden fandt Hyden og Várhelyi (2000), at en forøget sideværts forskydning af rundkørselens indkørselsbane kan reducere passagehastigheden med 17-18 km/t med tilhørende reduktion i ulykkesantallet.

Rundkørslers særlige karakteristika er, at de tvinger alle trafikanter til at reducere deres hastighed og at de simplificerer kørselsopgaven, så trafiksikkerheden derved forbedres. Derfor er en forøget passagehastighed i rundkørsler en indikator for forøget risiko i trafikken på disse lokaliteter. Dette har været baggrunden for følgende forskningsspørgsmål:

Hvordan påvirkes den gennemsnitlige hastighed for personbiler i rundkørsler, der er ombygget med større ind- og udgangsradier, der tilgodeser kørsel med modulvognetog?

Hastighedsvalget på vejnettet er velunderbygget i en lang række studier, mens der er foretaget meget få studier, der undersøger personbilers hastighed igennem rundkørsler. Hyden og Várhelyi (2000) fandt, at

hastigheden i ti rundkørsler i Växjö i Sverige var 28-35 km/t i tilkørslerne. Pilko, Brcic, Subic, (2014) undersøgte fire enkeltsporede rundkørsler med tre eller fire vejgrene placeret i midten og i periferien af Zagreb i Kroatien. Disse rundkørsler var af forskellige størrelse med en midterø på henholdsvis 6, 12, 13 og 28 meter. Undersøgelsen viste hastigheder på op til 34,6 km/t og en klar sammenhæng mellem størrelsen af midterøens radius og hastighed. Med hensyn til flersporede rundkørsler, fandt Mussone et al. (2013), hastigheder på op til 40 km/t mellem to tættestliggende vejgrene, på trods af at meget lavere hastigheder (ned til 7-8 km/t) er registreret i den undersøgte rundkørsel. Bredden af kørebanen var 13 m med et overkørbart midterareal på 1,5 meter, dvs. betydeligt bredere end de danske enssporede rundkørsler. Også Fernandes et al. (2016) fandt hastigheder på 22-25 km/t på tre portugisiske flersporede rundkørsler i byområder. I de to sidstnævnte undersøgelser er det uklart, om de registrerede hastigheder var under free-flow forhold (dvs. hvorvidt hastigheden blev reduceret af forankørende trafikanter.). Overordnet blev der målt hastigheder på op til 40 km/t i de undersøgte rundkørsler. Der er ikke fundet resultater for rundkørsler udenfor tættere bebygget område, men det kan forventes, at hastigheden vil være af en tilsvarende størrelse, som i byområder, da det rimeligvis sjældent er fartgrænsen, der er afgørende for hastighedsvalget, men snarere den svingningens radius og dermed komforten (og de andre trafikanter).

Metode

Studiet var opbygget af to delstudier: Et før-/efterstudie og et med-/udenstudie, fulgt af en sammenligning af resultaterne. Arbejdsperioden var begrænset tidsmæssigt og data indsamlet til før-/efterstudiet var foretaget før med-/udenstudiet blev indledt. Målet var at underbygge resultaterne fra før-/efterstudiet med resultaterne fra med-/udenstudiet, da udenstudiets design af rundkørslen var sammenlignelig med førstudiets og medstudiets design af rundkørslen med efterstudiets. Jf. Hauer (1997) er før-/efterstudiet foretaget som et naivt før-/efterstudie. Det betyder, at der ikke korrigeres for eventuelle udefrakommende forandringer i trafikmængder, kørselsadfærd og trafikantgrupper osv. Det vurderes dog ikke som problematisk, da der kun er ca. ét år mellem de to dataindsamlingsperioder, og der ikke er konstateret nogen betydelige ændringer i hverken lovgivning eller andre kendte forhold. For at mindske risikoen for at en ukendt faktor har påvirket hastighedsvalget i rundkørslen i før-/efterstudiet og dermed resultatet, suppleres dette med med-/udenstudiet. Dermed består den indsamlede data af i alt omkring fire ugers videoregistrering i tre rundkørsler.

Valg af rundkørsler

Studiets rundkørsler er enkeltsporede rundkørsler placeret udenfor tættere bebygget område. Det er valgt for at minimere risikoen for at hastighedsvalget er bestemt af hastighedsgrænsen snarere end designet af rundkørslen. Hvis det havde været tilfældet, ville det resultere i en undervurdering af en eventuel hastighedsforøgelse i rundkørslen. Endvidere bemærkes det, at der med de valgte rundkørsler må forventes en vis lighed mellem rundkørsler placeret i modulvogntogsnettet i forhold til trafikantfordeling og omfang.

I Rundkørsel 1 mødes tre landeveje, hvoraf to fungerer som ringvej omkring Aars samt en central trafikvej fra byområdet. Midterøens diameter blev reduceret fra 28 til 25 m i forbindelse med ombygningen til modulvogntog. Kørebanebredden var 7 m og blev udvidet med 2 m overkørbart overkørselsareal.

I Rundkørsel 2 mødes fire landeveje, hvoraf to fungerer som ringvej omkring Thisted, én er den centrale trafikåre fra Danmarks næststørste fiskerihavn, Hanstholm, og den sidste en central trafikvej til byområdet i Thisted. Kørebanebredden er 7 m, og midterøens diameter er 26,5 m, og det overkørbare overkørselsareal er 2,5 m bredt. Der er et shunt spor fra vest til syd, men den påvirker ikke registreringerne i denne rundkørsel, da de foretages for en anden trafikstrøm. Cykeltrafik i nord-sydgående retning afvikles på cykelsti i eget trace.

I Rundkørsel 3 mødes den gennemkørende landevej med to trafikveje til de nærtliggende byområder. Kørebanebredden er 6,5 m og midterøens diameter er 28 m. Der er et asfalteret areal indenfor rundkørslens vejbane, men det er ikke umiddelbart overkørbart pga. en høj kant ud mod kørebanen. Der er

et net af tilbagetrukne cykelstier i samme niveau som rundkørslen. Figur 2 og tabel 1 viser rundkørslerne og deres vigtigste karakteristika.



Figur 2. Øverst, til venstre: Rundkørslen før. Øverst, til højre: Rundkørslen efter. Nederst, til venstre: Rundkørslen med. Nederst, til højre: Rundkørslen uden (Kortforsyningen 2016 og egne tilretninger).

Tabel 1. Relevant information om de valgte rundkørsler. Hvor der optræder to værdier er der tale om før-/eftersituationen i Rundkørsel 1.

| Nr. | Position WGS84 (lat, lon) | Beskrivelse | Årsdøgns trafik | Kørebanebredde | Midterøddiameter |
|-----|------------------------------|--|-----------------|----------------|--|
| 1 | 56.803551, 9.538193 | Enkeltspolet rundkørsel, bremseheller ved alle vognbaner samt cykelbaner | 4,100-6,600 | 7m/7+2m | 28m/24m |
| 2 | 56.974427, 8.681012 | Enkeltspolet rundkørsel, med shunt spor imellem to ben, bremseheller ved alle vognbaner | 6,700-7,700 | 6,5+2.5m | 27m |
| 3 | 57.373806, 9.727583 | Enkeltspolet rundkørsel, bremseheller ved alle vognbaner, fortove samt cykelstier i eget tracé. | 4,000-4,100 | 6.5m | 29 m (med ikke- overkørbart areal) |

Valg af data

Et stort antal køretøjer er registreret i hver rundkørsel. En del registreringer fungerede ikke. Det skyldtes dels lysforhold, men også tekniske problemer. Med hensyn til lysforhold blev der kun optaget i dagslys, men lavtstående sol eller genskin fra såvel sol som gade- og billygter har gjort dele af data vanskeligt anvendeligt. Således blev en stor del af optagelserne fra Rundkørsel 2 ikke registreret. Omfanget af registrerede køretøjer og antal timer med dataindsamling fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Registrerede køretøjer og omfanget af dataindsamling i de tre rundkørsler

| Nr. | Køretøjer | Personbiler | Antal timer | Personbiler/ time | Tidspunkt for registreringerne | Antal biler i analyserne |
|----------|-----------|-------------|-------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 1, før | 44.543 | 36.736 | 119 | 309 | 23-30/06/14 | 100 |
| 1, efter | 53.839 | 41.798 | 136 | 307 | 24-30/06/15 | 100 |
| 2 | 16.386 | 13.632 | 40 | 341 | 11-14/04/16 | 100 |
| 3 | 28.510 | 24.308 | 126 | 193 | 16-25/04/16 | 100 |

Da hastighedsanalyserne er forholdsvis tidskrævende, blev en stikprøve på 100 biler udtaget fra hver rundkørsel/periode: I rundkørsel 1, 100 før og 100 efter; i rundkørsel 2 og 3, 100 på hver lokalitet. Hver af disse 100 biler er fordelt på 10 timer, som er fordelt udover ugedag og tidspunkt, så en eventuel risiko for tidsmæssige afvigelser minimeres. Endvidere er det kun personbiler, der indgår i analysen. Det er alene biler, der kørte under "free-flow forhold" (mere end 3 sekunders afstand til forankørende), der indgår i analysen. Ulykkesdata fra rundkørslerne blev udtrukket fra Vejman (Vejdirektoratet 2015b). Tabel 3 viser antal ulykker over en femårig periode i og omkring rundkørslerne (her skal det bemærkes, at kun 1 år indgår i efterperioden for rundkørsel 1).

Tabel 3. Ulykkesregistrering i rundkørslerne. To værdier relaterer sig til før og efter i rundkørsel 1. Ulykker betyder antal registrerede ulykker i én (to) femårig periode (før/efter).

| Nr. | Type | Registrerede ulykker |
|-----|------------|----------------------|
| 1 | Før-/efter | 0/1 |
| 2 | Med | 2 |
| 3 | Uden | 4 |

Databehandling

De indsamlede videoregistreringer består af 25 frames pr. sekund. Målet med databehandlingen var to informationer: Køretøjstælling og hastighedsanalyser. Da videomaterialet er omfattende, anvendes softwaren *Road User Behaviour Analysis* (RUBA). RUBA er en software, som giver brugeren mulighed for at registrere eventuelle ændringer i pixeleringen i frames for f.eks. at registrere antallet af passerende køretøjer, tidsperioden mellem passagerne og retningen på passagerne (Bahnsen et al. 2014).

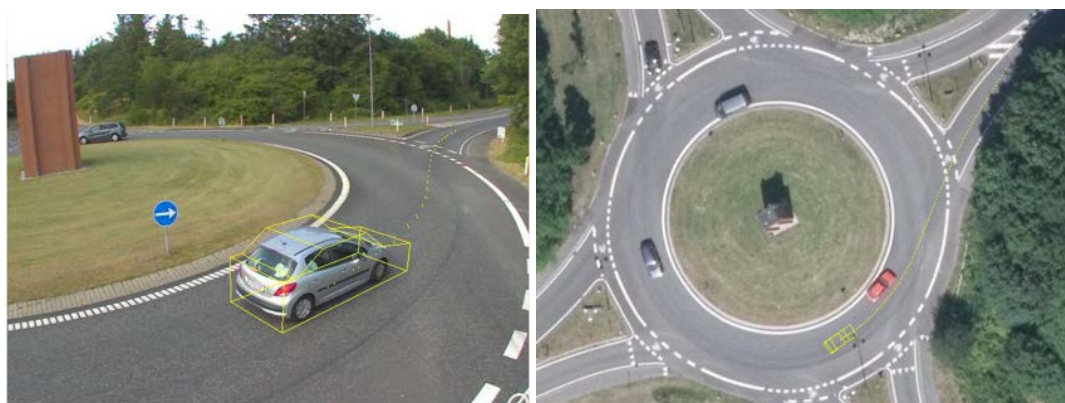
Med hensyn til trafiktællingerne indstilles et sæt parametre til at definere virtuelle detektorer i video frames, som tæller de passerende køretøjer. Efterfølgende blev en manuel frasortering af andre køretøjer end biler (Hovedsagelig cykler, motorcykler, traktorer og tunge køretøjer) foretaget, for at få det mest præcise bud på trafikmængderne i rundkørslerne.

Hastighedsestimaterne baseres på et sæt detektorer for hver rundkørsel. Da den registrerede hastighed er baseret på ændringer i pixeleringen, som bliver mindre med større afstand til kameraet, har det været nødvendigt at kalibrere de anvendte frames i forhold til et ortofoto over rundkørslen, så den korrekte afstand angives. Programmet T-calibration anvendes til dette. Se figur 3.



Figur 3. Kalibrering med T-calibration. Til venstre: Ortofoto med punkter. Til højre: De samme punkter i den optagne frame.

For yderligere at sikre kvaliteten af de fundne hastigheder, blev der foretaget et sæt analyser af hastigheden af enkeltkøretøjers passage af rundkørslen med softwaren *T-analyst*. Princippet er at markere f.eks. bagenden af en bil og gøre dette fra frame til frame for at afklare præcist på, hvilket tidspunkt en givet raster er passeret. Dermed beregnes transporttiden, og rejsehastigheden kan udledes. På den måde blev de registrerede hastigheder, fundet i RUBA, valideret. Principperne i *T-analyst* fremgår af figur 4. Med tilstrækkelig registrering af et køretøj, kan hastigheden udledes.



Figur 4. Kalibrering med T-analyst. Til venstre: Registrering i T-analyst. Til højre: Ruten som RUBA detekterer på.

Efter kalibrering af RUBA kan hastigheden, den registrerede bil kører med. Hastighederne er sammenlignet som følger: Før-/Efter; Før-/med og Efter-/uden jf. tabel 4.

Tabel 4. Sammenligninger af resultater.

| Nr. | 1 (Før) | 1 (Efter) | 2 (Med) | 3 (Uden) |
|----------|---------|-----------|---------|----------|
| 1, før | | x | x | |
| 1, efter | x | | | x |
| 2 | x | | | |
| 3 | | x | | |

Statistiske tests

Der blev anvendt en todelt tilgang til de statistiske tests i denne undersøgelse. En Shapiro-Wilk test for hver stikprøve for at afklare, om de er normalfordelte. Dette blev kombineret med en uparret t-test, hvis stikprøverne var normalfordelte og en Wilcoxon Rank Sum test, hvis de ikke var. Jf. nedenfor er ikke alle stikprøver normalfordelte, og i de tilfælde anvendtes den non-parametric test, Wilcoxon Rank Sum test i de statistiske analyser.

Data

Rå data består af næsten fire ugers videoregistrering fordelt på de tre lokaliteter. Videoerne fokuserer primært på den del af rundkørslerne, der ønskedes data fra. Det vil sige trafikstrømmene mellem to af

rundkørsels naboben. Kravet til free-flow forhold på tre sekunder til forankørende er identisk med den tidsmæssige afstand, der anvendtes i de australske TAC Safecar studie (Regan et al. 2006). Den mindre datamængde for rundkørsel to (se tabel 2), skyldes dels kortere registreringsperiode, men også registreringsproblemer som følge af blændende sollys og eventuelle skygger fra træer mv. Det højere trafiktal i rundkørsel 1 hænger sammen med tidspunktet på året, hvor der er mere sollys.

Resultater og diskussion

På baggrund af 100 udvalgte biler pr. rundkørsel og pr. periode (før og efter), er den gennemsnitlige hastighed under passagen af den valgte del af rundkørslen beregnet. I rundkørsel 1 før ombygningen med det overkørbare overkørselsareal varierede hastigheden fra 25,7 til 31,3 km/t og den gennemsnitlige hastighed var 27,9 km/t. Shapiro-Wilk testen viste, at de målte hastigheder ikke var normalfordelte. I rundkørsel 1 efter ombygningen var hastigheden fra 33,0 til 40,9 km/t med et gennemsnit på 35,7 km/t. De målte hastigheder var normalfordelte. I rundkørsel 2 med overkørbart overkørselsareal var hastigheden fra 28,7 til 36,7 km/t med et gennemsnit på 32,8 km/t. De målte hastigheder var ikke normalfordelte. I Rundkørsel 3 uden overkørbart overkørselsareal var hastigheden 25,9 til 35,4 km/t med et gennemsnit på 32,0 km/t. De målte hastigheder var normalfordelte.

Statistiske tests med en tærskelværdi på $p = 0,05$ blev anvendt. Der er statistisk signifikante forskelle mellem før- og efterhastigheden og mellem før- og medhastigheden såvel som før- og udenhastigheden. Desuden er der statistisk signifikante forskelle mellem efterhastigheden og medhastigheden såvel som efter- og udenhastigheden. Der er ingen statistisk signifikante forskelle mellem med- og udenhastigheden. Hovedresultatet af analysen fremgår af tabel 5.

Tabel 5: Gennemsnitshastigheder og p-værdier for de sammenlignende statistiske tests.

| Rundkørsel | | Gennemsnitlige | Normalfordelt | Statistisk signifikant forskel | | |
|------------|-------|----------------|---------------|--------------------------------|-------|------|
| | | | | Før | Efter | Med |
| 1 | Før | 27,9 km/t | Nej | | | |
| 1 | Efter | 35,7 km/t | Ja | <0,05 | | |
| 2 | Med | 32,8 km/t | Ja | <0,05 | <0,05 | |
| 3 | Uden | 32,0 km/t | Nej | <0,05 | <0,05 | 0,59 |

Overordnet er resultatet, at bilernes hastighed er steget fra 28 til 36 km/t efter etablering af et overkørbart overkørselsareal i rundkørslen jf. før-/efterundersøgelsen. Desuden er der højere hastighed i rundkørslen med overkørbart overkørselsareal end i den uden, selvom forskellen er mindre og ikke statistisk signifikant. På trods af usikkerheden understøtter tendensen fra sammenligningen af uden- og førstudiet med med- og efterstudiet effekterne fra før-/efterstudiet. Ombygning af rundkørsler til modulvogntog forøger bilisternes hastighed under free-flow forhold, med de negative trafiksikkerhedseffekter, det medfører. De hastigheder, der er fundet i undersøgelsen er i den høje kant i forhold til hastighederne fundet i andre studier. Det skyldes rimeligvis, at kun biler kørende under free-flow forhold indgår i nærværende undersøgelse, og at rundkørslerne placeret udenfor tættere bebyggede områder alt andet lige resulterer i højere ankomsthastigheder end, det er tilfældet i rundkørsler i tættere bebygget område, som er fokusområdet i de fleste øvrige undersøgelser. Dog påpeger Pilko, Brčić and Šubić, (2014), at hastighedsvalg i rundkørsler (og sandsynligvis generelt) er forbundet med størrelsen af køreradiusen snarere end hastighedsrestriktioner, hvis der køres under free-flow forhold.

Litteratur

Bahnsen et al. 2014; Bahnsen, C.; Madsen, T. K. O.; Jørgensen, A. Lahrmann, H.; Moeslund, T. B. *Road User Behaviour Analysis, RUBA*. Software.

Elvik, Rydningen 2002. Elvik, R.; Rydningen, U. *Effektkatalog for trafiksikkerhetstiltak - rapport 572*. Transportøkonomisk Institutt. Oslo

- Elvik 2013. A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accident Analysis & Prevention*. vol. 50, ss. 854-860.
- Elvik et al. 2009. Elvik, R.; Høy, A.; Vaa, T.; Sørensen, M. *The handbook of road safety measures*, 2. udgave. Transportøkonomisk Institutt. Oslo.
- Erke, Elvik 2006; Erke, A.; Elvik, R. Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak - rapport 851. Transportøkonomisk Institutt. Oslo.
- Finch et al. 1994. Finch, D.J.; Kompfner, P.; Lockwood, C.R.; Maycock, G. *Speed, speed limits and accidents*. Safety Resource Centre, Transport Research Laboratory. Crowthorne, Storbritannien.
- Hauer 1997. Hauer, E. *Observational Before-After Studies in Road Safety - Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety*. Department of Civil Engineering, University of Toronto. Toronto, Canada.
- Hýden og Várhelyi 2000. Hýden, C., Várhelyi, A. *The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: a case study*. *Accident Analysis and Prevention*. vol. 32, ss. 11-23.
- Isebrands 2009. Isebrands, H. *Crash analysis of roundabouts at high-speed rural intersections*. *Transportation Research Record*. (2096). ss. 1-7.
- Jensen 2008. Jensen, S. U. *Effektkatalog - Viden til bedre trafiksikkerhed*. Trafitec. Lyngby.
- Kortforsyningen 2016. Kortdata fra Kortforsyningen. Tilgængelig på: <http://www.kortforsyningen.dk>. Set 25. april 2016.
- Mussone et al. 2013. Mussone, L.; Matteucci, M.; Bassani, M.; Rizzi, D. *An innovative method for the analysis of vehicle movements in roundabouts based on image processing*. *Journal of Advanced Transportation*. vol. 47. nr. 6. ss. 581-594.
- Nilsson 2004. Nilsson, G. *Traffic safety dimensions and the Power Model to describe the effect of speed on safety*. Lund Universitet. Lund, Sverige.
- Pilko, Brcic, Subic 2014. Pilko, H.; Brčić, D.; Šubić, N. Study of vehicle speed in the design of roundabouts. *Journal of the Croatian Association of Civil Engineers*. vol. 66. nr. 5. ss. 407-416.
- Regan et al. 2006. Regan, M. A. et al. *Impact on driving performance of intelligent speed adaptation, following distance warning and seatbelt reminder systems: Key findings from the TAC SafeCar project*. IEE Proceedings: Intelligent Transport Systems. vol. 153. nr. 1. ss. 51-62.
- Salusjärvi 1981. Salusjärvi, M. *The speed limit experiments on public roads in Finland*. 1. udgave. Technical Research Centre of Finland. Espoo, Finland.
- Trafikministeriet 2004. *Modulvogntog. Intern udredning*. København.
- Vejdirektoratet 2013. *Fakta om modulvogntog*. København.
- Vejdirektoratet 2015a. Bekendtgørelse om det vejnet m.v. hvor kørsel med modulvogntog er tilladt. København.
- Vejdirektoratet 2015b. Vejdirektoratet. *Vejman. Database*. 2015. Tilgængelig på: <http://vejman.vd.dk/query/>. Set 25. april 2016.
- Vejregelgruppen 2016. *Planlægning og Projektering for modulvogntog i vejanlæg – Høringsudgave*. København.